



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 04 358 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
H 04 L 12/28

②① Aktenzeichen: 199 04 358.2  
②② Anmeldetag: 4. 2. 1999  
④③ Offenlegungstag: 10. 8. 2000

DE 199 04 358 A 1

⑦① Anmelder:  
ABB Research Ltd., Zürich, CH

⑦④ Vertreter:  
Lück, G., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 79761  
Waldshut-Tiengen

⑦② Erfinder:  
Ostertag, Martin, Dr., Baden-Dättwil, CH; Lehmann,  
Josef, 79761 Waldshut-Tiengen, DE

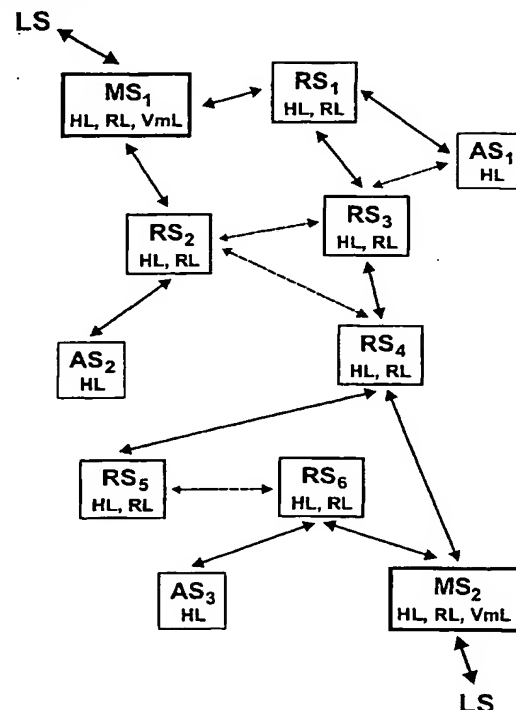
⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 197 11 958 A1  
EP 08 52 419 A2  
EP 03 95 495 A1  
WO 95 01 030 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Verfahren zum Datenaustausch über ein dezentrales Netzwerk

⑤⑦ Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Austausch von Daten, das besonders zur Nutzung von Stromverteilnetzen als Kommunikationsmedium geeignet ist. Erfindungsgemäß werden Telegramme zwischen einer Masterstation (MS) und Außenstation (AS) gegebenenfalls über Relaisstationen (RS) übermittelt, indem in jeder Station (MS, RS, AS) Listen (HL, RL, VmL) geführt werden, anhand derer jedes Telegramm selektiv an seine Zielstation (AS; MS) weitergeleitet wird. Aufgrund der Listen (HL, RL, VmL) kennt jede Station (MS, RS, AS) ihre nächsten Nachbarn samt Übertragungsqualität, jede Relaisstation (RS) ihre Außenstationen (AS) und jede Masterstation (MS) ihr gesamtes Kommunikationsfeld (M). Die Listen (HL, RL, VmL) werden von jeder Station (MS, RS, AS) selbständig angelegt und aktualisiert. Die Kommunikationspfade werden nicht gesamthaft durch eine Zentralstation vorausberechnet, sondern streckenweise durch die lokalen Stationen optimiert. Durch die dezentrale Netzwerkstruktur werden eine einfache Adressierung und Versendung von Telegrammen und eine flexible Verwaltung der Stationen erreicht. Es werden Ausführungsbeispiele für ein selbständiges Anmelden, Abmelden, Ummelden und Ausscheiden von Stationen (MS, RS, AS) im Netzwerk angegeben.



DE 199 04 358 A 1

## TECHNISCHES GEBIET

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Datenkommunikation vorzugsweise über Stromnetze auf Nieder-, Mittel- und Hochspannungsebene. Sie geht aus von einem Verfahren zur Datenübertragung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

## STAND DER TECHNIK

Ein solches Verfahren ist aus der EP 0 388 672 B1 bekannt. Dort wird ein Verfahren zur Übermittlung von Datenpaketen oder Telegrammen in einem Netzwerk mit einer Masterstation, mindestens einer Teilnehmerstation und einem gemeinsamen Datenkanal offengelegt. Jede Teilnehmerstation hört den Datenverkehr ab, bestimmt die Übertragungsqualitäten und teilt sie der Masterstation mit. Die Masterstation berechnet zentral aus den Übertragungsqualitäten das Datenrouting, d. h. die für ein Datenpaket zuständigen Relais- oder Verstärkerstationen, und gibt dieses dem Telegramm mit. Neue Teilnehmerstationen werden durch einen Spezialaufruf der Masterstation oder ihrer Stellvertreterstation ins bestehende Netzwerk aufgenommen. Ein solches zentral gesteuertes Netzwerk hat den wesentlichen Nachteil, dass der Kommunikationsbedarf zwischen Master, Stellvertretern und Teilnehmern gross und die Nutzdatenrate entsprechend eingeschränkt ist. Zudem ist das Netzwerk unflexibel, da die Teilnehmer keinen Einfluss auf seine Konfiguration und Steuerung haben.

Gemäß der EP 0 524 909 A1 ist es darüberhinaus Stand der Technik, Datenpakete nicht auf einem vorgegebenen Kommunikationspfad, sondern durch Mehrfachrepetition in Relaisstationen baumartig verzweigt auszusenden. Hierfür enthält jedes Datenpaket eine Repetitionszahl, durch welche die Anzahl noch auszuführender Repetitionen durch Relaisstationen festgelegt ist. Eine derartige Flutung kann besonders bei grossen Datenraten partielle Signalauslöschungen verursachen, die Bitfehlerrate erhöhen und die Gesamtverfügbarkeit beeinträchtigen.

## DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren zur Datenübermittlung anzugeben, bei welchem Kommunikationspfade ohne zentrale Routing-Station bestimmt werden und eine Flutung des Netzes durch redundante Mehrfachrepetition von Telegrammen vermieden wird. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die Erfindung besteht darin, dass in einem Netzwerk mit mindestens je einer Masterstation, Aussenstation und gegebenenfalls verstärkenden Relaisstation in jeder Station Listen zur Verwaltung des Netzwerks geführt werden und Telegramme anhand der Listen und einer Adressierung selektiv zu ihrer Zielstation weitergeleitet werden. Die Listen enthalten Informationen über die im Netzwerk angemeldeten Stationen und werden von jeder Station selbständig angelegt und aktualisiert. Durch die verteilt gespeicherten Listen sind eine einfache Adressierung und Versendung von Telegrammen und eine dezentrale, flexible Verwaltung der Netzwerkstationen realisierbar. Die günstigen Kommunikationspfade werden nicht durch eine Zentralstation berechnet und im Telegramm abgespeichert, sondern streckenweise durch die lokalen Stationen bestimmt und zur Weiterleitung verwendet. Das Verfahren ist besonders zur Informationsübermittlung über veränderliche und verrauschte Leitungen in Stromver-

sorgungsnetzen geeignet.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel werden in jeder Station eine Hörbarkeitsliste der nächsten Nachbarstationen, in jeder Relaisstation eine Relaisliste der zu verstärkenden Aussenstationen und in jeder Masterstation eine Verbundenmitliste der ihrem Teilnetz oder Kommunikationsfeld zugeordneten Stationen geführt.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel werden in den Listen die Übertragungsqualität zu den nächsten Nachbarstationen und für jede Station eines Kommunikationsfeldes der Abstand zur Masterstation oder die Kommunikationsebene aufgeführt, um in jeder Relais- und Aussenstation Angaben über die optimalen Kommunikationspfade für den Telegrammversand zur Verfügung zu stellen.

In anderen Ausführungsbeispielen umfasst die Netzwerkverwaltung neben dem Telegrammversand die Aufnahme neuer Stationen, die Umgruppierung bestehender Stationen innerhalb eines Kommunikationsfeldes und den Wechsel einer Station zwischen zwei Kommunikationsfeldern.

Weitere Ausführungen, Vorteile und Anwendungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen sowie aus der nun folgenden Beschreibung anhand der Figuren.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

Es zeigen beispielhaft:

Fig. 1 ein erfindungsgemässes Kommunikationsnetzwerk mit zwei überlappenden Kommunikationsfeldern;

Fig. 2 die Aufnahme neuer Stationen in ein Kommunikationsfeld und den Wechsel einer Aussenstation zu einer neuen Relaisstation; und

Fig. 3 den Wechsel einer Station zwischen zwei Kommunikationsfeldern.

In den Figuren sind gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

## WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Fig. 1 zeigt ein Beispielnetzwerk mit Masterstationen MS, Relaisstationen RS<sub>1</sub>, ..., RS<sub>6</sub> und Aussenstationen AS<sub>1</sub>, ..., AS<sub>3</sub>, die typischerweise in einem als Datenkanal wirksamen Stromverteilnetz über aktuell beste (linierte) oder redundante (gestrichelte) Kommunikationspfade miteinander verbunden sind. Das vorgeschlagene Verfahren dient zur Übermittlung von Telegrammen zwischen einer Masterstation MS und einer Aussenstation AS gegebenenfalls über Relaisstationen RS, wobei jede direkte Verbindung durch ihre Übertragungsqualität charakterisiert wird und die Telegramme eine Adresse mit Angaben über die Zielstation AS, MS aufweisen. Die Kommunikation kann dadurch etabliert werden, dass eine Aussenstation AS auf eine Anfrage der Masterstation MS antwortet oder selber spontan sendet. In den Relaisstationen RS werden die Telegramme durch Wiederaussenden repetiert, um grosse Übertragungsdistanzen und/oder stark verrauschte Datenkanäle zu überbrücken. Für den Datenaustausch kann jede zwischengeschaltete Relaisstation RS auch selbst Aussenstation AS sein. Die Masterstationen MS stellen über beliebige Telekommunikationskanäle die Verbindung zu einer Leitstelle LS oder zur Aussenwelt her.

Jede Station MS, RS, AS kennt ihre eigene eindeutige Stationsnummer. Das Routing oder der Telegrammversand werden von einem für die Stationen MS, RS, AS im Prinzip einheitlichen Regelsatz kontrolliert. Eine Masterstation MS kann auch Relaisstation RS oder Aussenstation AS sein. Eine Relaisstation RS benötigt eine hierarchisch tiefere Aussenstation AS.

Erfindungsgemäss werden in jeder Station MS, RS, AS Listen HL, RL, VmL zur Verwaltung des Netzwerks geführt und Telegramme in das Netzwerk gesandt und durch Vergleich ihrer Adressen mit den Listen HL, RL, VmL selektiv zu ihrer Zielstation AS, MS weitergeleitet. Die Netzwerkverwaltung umfasst das Management des Telegrammversands und die Konfigurierung des Netzwerks. Vorzugsweise werden folgende Listen angelegt: in jeder Station MS, RS, AS eine Hörbarkeitsliste HL, die alle in einem definierten Zeitintervall hörbaren nächsten Nachbarstationen MS, RS, AS umfasst, in jeder Relaisstation RS eine Relaisliste RL, die alle untergeordneten Aussen- oder Relaisstationen AS, RS umfasst, für welche die Relaisstation RS als Verstärker fungiert, und in der Masterstation MS eine Verbundenmitliste VmL, die alle ihrem Kommunikationsfeld M zugeordneten Stationen AS, RS umfasst. Insbesondere werden die Listen HL, RL, VmL aufgrund des abgehörten Telegrammverkehrs permanent nachgeführt.

Im Netzwerk können mehrere Masterstationen MS mit disjunkten, überlappenden oder redundanten Kommunikationsfeldern KF vorgesehen sein. Ferner liegt für jede Masterstation MS jede zugeordnete Station RS, AS ihres Kommunikationsfeldes M in mindestens einer Kommunikationsebene, die durch die Anzahl zwischengeschalteter Relaisstationen RS gegeben ist.

Für eine besonders effiziente Netzwerkverwaltung sollen in den Listen folgende Informationen abgespeichert werden: in der Hörbarkeitsliste HL die Übertragungsqualität zu den nächsten Nachbarstationen MS, RS, AS, in den Relaislisten RL die Kommunikationsebene der untergeordneten Stationen AS, RS und in der Verbundenmitliste VmL für jede Station AS, RS die Kommunikationsebene und die direkt vorgelagerte Relaisstation RS. Durch Kenntnis der Übertragungsqualitäten können die Kommunikationspfade optimiert werden. Durch Kenntnis der Kommunikationsebenen kann die Anzahl aktuell erforderlicher Repetitionen eines Telegramms kontrolliert werden. Daraus ergibt sich ein optimaler Telegrammversand im Netzwerk.

Im Detail werden die Stationen MS, RS, AS einander sukzessive ihre Übertragungsqualität zu den nächsten Nachbarstationen MS, RS, AS, ihr(e) Kommunikationsfeld(er) M und ihre Kommunikationsebene(n) mitteilen. Dann werden sie in ihre Hörbarkeitslisten HL sukzessive für jede nächste Nachbarstation MS, RS, AS deren Kommunikationsfeld(er) M, Kommunikationsebene(n) und Kommunikationsqualität zu deren Masterstation(en) MS eintragen. Schliesslich können sie ihre Kommunikationsqualität(en) zu mindestens einer Masterstation MS bestimmen, einen optimalen Kommunikationspfad wählen und ihren nächsten Nachbarstationen MS, RS, AS mitteilen. Insbesondere kennt jede Masterstation MS die aktuell benutzten Kommunikationspfade in ihrem Kommunikationsfeld M oder kann sie bei Bedarf aus der Verbundenmitliste VmL berechnen.

Zur optimalen Nutzung des Netzwerks sollen in der Telegrammadresse eine Kommunikationsrichtung (einwärts; auswärts) und ein Zähler H für die Anzahl durchlaufener Kommunikationsebenen und/oder das Kommunikationsfeld M, die als Empfänger oder Sender aktive Aussenstation AS und gegebenenfalls Zielapplikationen angegeben werden. Die Zielapplikationen können z. B. eine Zählerablesung, Schalterkontrolle und -betätigung, Motorsteuerung u. ä. betreffen, die von der Empfangsstation AS oder MS ausgeführt oder in zugeordneten Apparaten veranlasst werden.

Insbesondere gilt für den Telegrammversand in Auswärtsrichtung, dass das Telegramm in einer Relaisstation RS repetiert wird, falls die Empfängerstation AS in der Relaisliste RL steht und der um eins inkrementierte Kommunikationsfeldenzähler H gleich der Kommunikationsebene der

Relaisstation RS ist, und dass das Telegramm von der Empfängerstation AS identifiziert und weiterverarbeitet wird. Beim Telegrammversand in Einwärtsrichtung soll gelten, dass das Telegramm in einer Relaisstation RS repetiert wird, falls die Senderstation AS in der Relaisliste RL steht und die Summe des um eins inkrementierten Kommunikationsebenen Zählers H und der Kommunikationsebene der Relaisstation RS gleich der Kommunikationsebene der Senderstation AS ist, und dass das Telegramm von der Masterstation MS empfangen und weiterverarbeitet wird, falls die Senderstation AS in der Verbundenmitliste VmL steht.

Das Telegramm enthält also in seinem Adressteil ein Telegramm-Kennzeichen, das neben einem Zielstations-Kennzeichen (= Zielstation AS, MS und Zielapplikation) ein Richtungs-Flag und Informationen über das Kommunikationsfeld und die Kommunikationsebene der sendenden oder empfangenden Aussenstation AS beinhaltet. Die Telegramme können daher nach Kommunikationsrichtung, Kommunikationsfeld oder Kommunikationsebene gruppiert werden. Diese Art der Adressierung ist wesentlich einfacher als die Vorausberechnung des Kommunikationspfades durch eine zentrale Routing-Station und die Speicherung des gesamten Pfades in jedem Telegramm.

Zur Vermeidung von Kollisionen wird in einem Kommunikationsfeld M zu jedem Zeitpunkt höchstens ein Telegramm verschickt. Statt Kollisionsdetektion kann ein Carrier-Sense-Mechanismus (CSMA = "carrier sense multiple access") in jeder Station MS, RS, AS vorgesehen sein, der darüber informiert, ob der lokale Abschnitt des Datenkanals frei ist. Dadurch ist auch gewährleistet, dass ein Datenpaket zu einem bestimmten Zeitpunkt nur von einer einzigen Relaisstation RS repetiert wird. Eine Flutung des Datenkanals durch Mehrfachwiederholung eines Telegramms wird also generell vermieden. Falls beim Telegrammempfang der Kommunikationsebenen Zähler H zu tief ist, hat das Telegramm Kommunikationsebenen übersprungen. In diesem Fall wird einer Kollision dadurch vorgebeugt, dass die Zielstation AS, MS für eine Zeitspanne Sende-Verbot erhält, welche der regulären Übermittlungszeit durch die fehlenden Kommunikationsebenen entspricht.

Durch die Verwendung dezentral geführter Listen HL, RL, VmL ist zusätzlich zur dezentralen, effizienten Steuerung des Telegrammversands eine flexible Selbstkonfiguration des Netzwerks realisierbar. Die Selbstkonfiguration betrifft das Anmelden, Abmelden, Ummelden und Ausscheiden einer Station RS, AS in einem Kommunikationsfeld M einer Masterstation MS und erfolgt durch Eintrag oder Löschen der Station RS, AS in den entsprechenden Listen HL, RL, VmL. Die Masterstation MS steuert die Netzwerkaquisitionsaktivitäten, insbesondere die Suche nach neuen Stationen RS, AS, oder delegiert diese Aktivitäten an eine untergeordnete Station RS, AS. Eine untergeordnete Station RS, AS kann sich auch selbständig bei der Masterstation MS abmelden, falls die Übertragungsqualität zu der oder den direkt vorgelagerten Relaisstation(en) RS unter einen vorgebbaren Wert fällt. Ferner kann eine untergeordnete Station RS, AS bei einem Unterbruch oder nach Ablauf einer vorgebbaren Zeitlimite ohne Telegrammempfang automatisch aus dem Kommunikationsfeld ausscheiden.

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel zur Aufnahme der Stationen S<sub>1</sub>, ..., S<sub>4</sub> in das Kommunikationsfeld M<sub>1</sub> der Masterstation MS<sub>1</sub>. Die Kommunikationspfade sind mit 1, ..., 5 nummeriert. Die Telegrammadressen werden in einer erfindungsgemässen Form MHOD angegeben, wobei M = Kommunikationsfeld, H = Kommunikationsebenen Zähler, O = Zielobjekt-Kennzeichen und D = Kommunikationsrichtung. Die Befehle, Antworten oder Informationen werden im Datenteil übermittelt.

MS<sub>1</sub> sendet einen ConnectRequest-Befehl M1H00Dout, worauf sich S<sub>1</sub> mit einer ConnectRequest-Anwort M1H00Din meldet. S<sub>1</sub> wird mit der gemessenen Übertragungsqualität in die Hörbarkeitsliste HL und Verbundenmitliste VmL von MS<sub>1</sub> eingetragen.

Zur Suche neuer Stationen delegiert MS<sub>2</sub> seine Aquisitionsbefugnis an S<sub>1</sub> mit einem InitConnect-Befehl M1H00Dout. S<sub>1</sub> generiert einen ConnectRequest-Befehl M1H10Dout. In diesem Telegramm sind die Identifikation von S<sub>1</sub> und die Übertragungsqualität zwischen S<sub>1</sub> und MS<sub>1</sub> kodiert. S<sub>2</sub> antwortet mit der ConnectRequest-Anwort M1H00Din. S<sub>1</sub> braucht von S<sub>2</sub> nicht direkt adressiert zu werden, weil ein ConnectRequest zu einem Zeitpunkt nur durch genau eine Masterstation MS oder delegierte Station RS, AS ausführbar ist. S<sub>1</sub> trägt S<sub>2</sub> in die Hörbarkeitsliste HL und in die Relaisliste RL ein, wandelt die ConnectRequest-Anwort in eine InitConnect-Anwort M1H00Din um und sendet diese an MS<sub>1</sub>. Im Datenteil teilt die S<sub>1</sub> an MS<sub>1</sub> Informationen zur gefundenen Station S<sub>2</sub> mit. MS<sub>1</sub> empfängt die Meldung und trägt S<sub>2</sub> als Aussenstation mit Kommunikationsebene 1 und direkt vorgelagerter Relaisstation S<sub>1</sub> in seine Verbundenmitliste VmL ein. Nach dem gleichen Prinzip werden S<sub>3</sub> und S<sub>4</sub> in das Kommunikationsfeld M1 der Masterstation MS<sub>1</sub> aufgenommen.

Der Telegrammversand zwischen MS<sub>1</sub> und S<sub>2</sub> erfolgt nun in Auswärtsrichtung durch Telegramme mit Adresse M1H00Dout bzw. nach Repetition in S<sub>1</sub> M1H10Dout und in Einwärtsrichtung durch Telegramme mit Adresse M1H00Din und nach Repetition in S<sub>1</sub> M1H10Din.

Anhand von Fig. 2 wird auch ein Wechsel der Aussenstation S<sub>3</sub> zu einer neuen Relaisstation S<sub>4</sub> erläutert. Nachdem S<sub>4</sub> mit MS<sub>1</sub> verbunden ist, stellt S<sub>3</sub> durch Überwachung der Übertragungsqualität fest, dass die Kommunikation mit S<sub>4</sub> viel stabiler ist als mit S<sub>1</sub>. MS<sub>1</sub> sendet an S<sub>4</sub> einen InitConnect-Befehl M1H00Dout. Daraufhin sendet S<sub>4</sub> einen Connect-Request-Befehl M1H10Dout. S<sub>3</sub> verifiziert die bessere Übertragungsqualität bzw. die niedrigeren Kommunikationskosten mit MS<sub>1</sub> über S<sub>4</sub> und antwortet mit einer ConnectRequest-Anwort M1H00Din. S<sub>4</sub> trägt S<sub>3</sub> in seine Hörbarkeitsliste HL und Relaisliste RL ein und sendet die InitConnect-Anwort M1H00Din mit Angaben über S<sub>3</sub> an MS<sub>1</sub>. MS<sub>1</sub> stellt in seiner Verbundenmitliste VmL fest, dass S<sub>3</sub> zuvor über die Relaisstation S<sub>1</sub> angemeldet war und sendet nun einen DisconnectRequest-Befehl M1H00Dout an S<sub>1</sub>, welche S<sub>3</sub> aus seiner Relaisliste RL löscht und dies mit der DisconnectRequest-Anwort M1H00Din an MS<sub>1</sub> bestätigt. Somit ist der Kommunikationspfad 2 inaktiv.

Wenn eine Relaisstation RS den Kommunikationspfad zur Masterstation MS wechselt, teilt sie im Datenteil des ConnectRequest oder InitConnect allen Stationen RS, AS auf dem neuen Pfad und der Masterstation MS alle ihr nachgelagerten Aussenstationen AS mit. Diese werden in die jeweiligen Relaislisten RL eingetragen. Durch den DisconnectRequest-Befehl der Masterstation MS werden alle gemeldeten Stationen RS, AS aus den Relaislisten RL auf dem alten Pfad gelöscht. Sollte eine Relaisstation RS sowohl auf dem alten als auch auf dem neuen Pfad liegen, werden dort die Aussenstationen AS nicht gelöscht, sondern lediglich ihre neue Kommunikationsebene eingetragen.

In Fig. 3 ist ein Wechsel des Kommunikationsfelds M illustriert. S<sub>1</sub> kommuniziert mit der Masterstation MS<sub>1</sub>. Nachdem die Masterstation MS<sub>2</sub> in Betrieb genommen wird oder durch eine Änderung in der Netzwerkkonfiguration von S<sub>1</sub> besser verstanden wird als MS<sub>1</sub>, wird S<sub>1</sub> den ConnectRequest-Befehl von MS<sub>2</sub> beantworten und von MS<sub>2</sub> in die Hörbarkeitsliste HL und Verbundenmitliste VmL eingetragen. Nun ist S<sub>1</sub> über MS<sub>1</sub> und MS<sub>2</sub> erreichbar. Falls dies unerwünscht ist, beantwortet S<sub>1</sub> den nächsten (periodisch wie-

derholten) Connect-Request von MS<sub>1</sub> mit einem DisconnectRequest und wird dadurch aus den Relaislisten RL und der Verbundenmitliste VmL des Kommunikationsfelds von MS<sub>1</sub> ausgetragen.

Wird durch eine Änderung der Netzwerktopologie der Kommunikationspfad 1 gesperrt, scheidet S<sub>1</sub> nach einer Zeitlimite ohne Telegrammpfang aus dem Kommunikationsfeld von MS<sub>1</sub> aus und wird in allen Listen HL, RL, VmL gelöscht. Die Zeitlimite wird von der Masterstation MS<sub>1</sub> und/oder der Aussenstation S<sub>1</sub> überwacht. Beim nächsten ConnectRequest von MS<sub>2</sub> wird sich S<sub>1</sub> in dessen Feld eingliedern. Gegebenenfalls kann z. B. MS<sub>2</sub> den Wechsel von S<sub>1</sub> der Masterstation MS<sub>1</sub> durch ein DisconnectRequest bestätigen.

Das erfindungsgemässe Verfahren ist in beliebigen Netzwerken anwendbar. Es ist besonders für Netzwerke von Nutzen, die flexibel konfigurierbar sein sollen und eine variable Kommunikationsqualität haben. Solche Netzwerke können draht- oder fasergebundene Leitungen und/oder drahtlose Übertragungsstrecken als Datenkanal umfassen. Beispiele hierfür sind Stromnetze, aber auch (Mobil-)Telefon-, Computer- oder Richtfunknetze. Eine Anwendung des Verfahrens betrifft den Betrieb eines Netzwerks und die Übermittlung von Telegrammen in einem Netzwerk, das Stromleitungen umfasst. Insbesondere umfasst das Netzwerk ein Stromverteilnetz, das zum Datenaustausch nach aussen und gegebenenfalls zwischen Teilnetzen mit einem Telefonnetz oder Computernetz verbunden ist.

Durch das erfindungsgemässe Verfahren wird ein dezentral verwaltetes, sich selbst konfigurierendes Kommunikationsnetzwerk geschaffen, das sich durch eine sehr einfache Telegrammadressierung auszeichnet und ohne übergeordnete Intelligenz, zentrale Berechnung oder externe Beeinflussung optimale Kommunikationspfade zur Verfügung stellt.

## BEZUGSZEICHENLISTE

MS Masterstation  
RS Relaisstation  
AS Aussenstation  
HL Hörbarkeitsliste  
RL Relaisliste  
VmL Verbundenmitliste  
M Kommunikationsfeld  
H Kommunikationsebenenzähler  
O Zielobjekt-Kennzeichen (Zielstation plus Zielapplikation)  
D Kommunikationsrichtung  
MHOD Telegramm-Kennzeichen, Adresse  
S Station

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Übermittlung von Telegrammen zwischen einer Masterstation (MS) und einer Aussenstation (AS) über einen gemeinsamen Datenkanal eines Netzwerks, das gegebenenfalls Relaisstationen (RS) aufweist, wobei jede direkte Verbindung durch ihre Übertragungsqualität charakterisiert wird und die Telegramme eine Adresse mit Angaben über die Zielstation (AS, MS) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- a) in jeder Station (MS, RS, AS) Listen (HL, RL, VmL) zur Verwaltung des Netzwerks geführt werden und
- b) Telegramme in das Netzwerk gesandt und durch Vergleich ihrer Adressen mit den Listen (HL, RL, VmL) selektiv zu ihrer Zielstation (AS, MS) weitergeleitet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
  - a) jede Station (MS, RS, AS) eine Hörbarkeitsliste (HL) anlegt, die alle in einem definierten Zeitintervall hörbaren nächsten Nachbarstationen (MS, RS, AS) umfasst,
  - b) jede Relaisstation (RS) eine Relaisliste (RL) anlegt, die alle untergeordneten Aussen- oder Relaisstationen (AS, RS) umfasst, für welche die Relaisstation (RS) als Verstärker fungiert,
  - c) die Masterstation (MS) eine Verbundenmitliste (VmL) anlegt, die alle ihrem Kommunikationsfeld (M) zugeordneten Stationen (AS, RS) umfasst und
  - d) insbesondere die Listen (HL, RL, VmL) vorzugsweise aufgrund des abgehörten Telegrammverkehrs permanent nachgeführt werden.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–2, dadurch gekennzeichnet, dass
  - a) mehrere Masterstationen (MS) mit disjunkten, überlappenden oder redundanten Kommunikationsfeldern (M) vorgesehen sind und/oder
  - b) für jede Masterstation (MS) jede zugeordnete Station (RS, AS) in einer Kommunikationsebene liegt, die durch eine Anzahl zwischengeschalteter Relaisstationen (RS) gegeben ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass
  - a) jede Station (MS, RS, AS) in die Hörbarkeitsliste (HL) die Übertragungsqualität zu den nächsten Nachbarstationen (MS, RS, AS) einträgt und/oder
  - b) jede Relaisstation (RS) in die Relaisliste (RL) die Kommunikationsebene der untergeordneten Stationen (AS, RS) einträgt und/oder
  - c) die Masterstation (MS) in die Verbundenmitliste (VmL) für jede Station (AS, RS) die Kommunikationsebene und die direkt vorgelagerte Relaisstation (RS) einträgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–4, dadurch gekennzeichnet, dass die Stationen (MS, RS, AS)
  - a) einander sukzessive ihre Übertragungsqualität zu den nächsten Nachbarstationen (MS, RS, AS), ihr(e) Kommunikationsfeld(er) (M) und ihre Kommunikationsebene(n) mitteilen,
  - b) in ihre Hörbarkeitslisten (HL) sukzessive für jede nächste Nachbarstation (MS, RS, AS) deren Kommunikationsfeld(er) (M), Kommunikationsebene(n) und Kommunikationsqualität zu deren Masterstation(en) (MS) eintragen und
  - c) ihre Kommunikationsqualität(en) zu mindestens einer Masterstation (MS) bestimmen, einen optimalen Kommunikationspfad wählen und ihren nächsten Nachbarstationen (MS, RS, AS) mitteilen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, dass in der Telegrammadresse
  - a) eine Kommunikationsrichtung (einwärts; auswärts) und ein Zähler (H) für die Anzahl durchlaufener Kommunikationsebenen angegeben werden und/oder
  - b) das Kommunikationsfeld (M), die als Empfänger oder Sender aktive Aussenstation (AS) und gegebenenfalls Zielapplikationen angegeben werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass für Telegrammversand in Auswärtsrichtung
  - a) das Telegramm in einer Relaisstation (RS) re-

- petiert wird, falls die Empfängerstation (AS) in der Relaisliste (RL) steht und der um eins inkrementierte Kommunikationsebenenzähler (H) gleich der Kommunikationsebene der Relaisstation (RS) ist und
  - b) das Telegramm von der Empfängerstation (AS) identifiziert und weiterverarbeitet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass für Telegrammversand in Einwärtsrichtung
    - a) das Telegramm in einer Relaisstation (RS) repetiert wird, falls die Senderstation (AS) in der Relaisliste (RL) steht und die Summe des um eins inkrementierten Kommunikationsebenenzählers (H) und der Kommunikationsebene der Relaisstation (RS) gleich der Kommunikationsebene der Senderstation (AS) ist und
    - b) das Telegramm von der Masterstation (MS) empfangen und weiterverarbeitet wird, falls die Senderstation (AS) in der Verbundenmitliste (VmL) steht.
  9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–8, dadurch gekennzeichnet, dass
    - a) die Masterstation (MS) neue Stationen (RS, AS) sucht oder die Suche an eine untergeordnete Station (RS, AS) delegiert und/oder
    - b) eine Station (RS, AS) des Kommunikationsfelds (KF) sich bei der Masterstation (MS) abmeldet, falls die Übertragungsqualität zu der oder den direkt vorgelagerten Relaisstation(en) (RS) unter einen vorgebbaren Wert fällt und/oder
    - c) eine Station (RS, AS) des Kommunikationsfelds (KF) bei einem Unterbruch oder nach Ablauf einer vorgebbaren Zeitlimite ohne Telegrammempfang automatisch aus dem Kommunikationsfeld ausscheidet.
  10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–9, dadurch gekennzeichnet, dass Anmelden, Abmelden, Ummelden und Ausscheiden einer Station (MS, RS, AS) in einem Kommunikationsfeld (M) durch Eintrag oder Löschen der Station (RS, AS) in den entsprechenden Listen (HL, RL, VmL) erfolgt.
  11. Anwendung des Verfahrens gemäss eines der Ansprüche 1–10 zum Betrieb eines Netzwerks und zur Übermittlung von Telegrammen in einem Netzwerk, das Stromleitungen umfasst.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

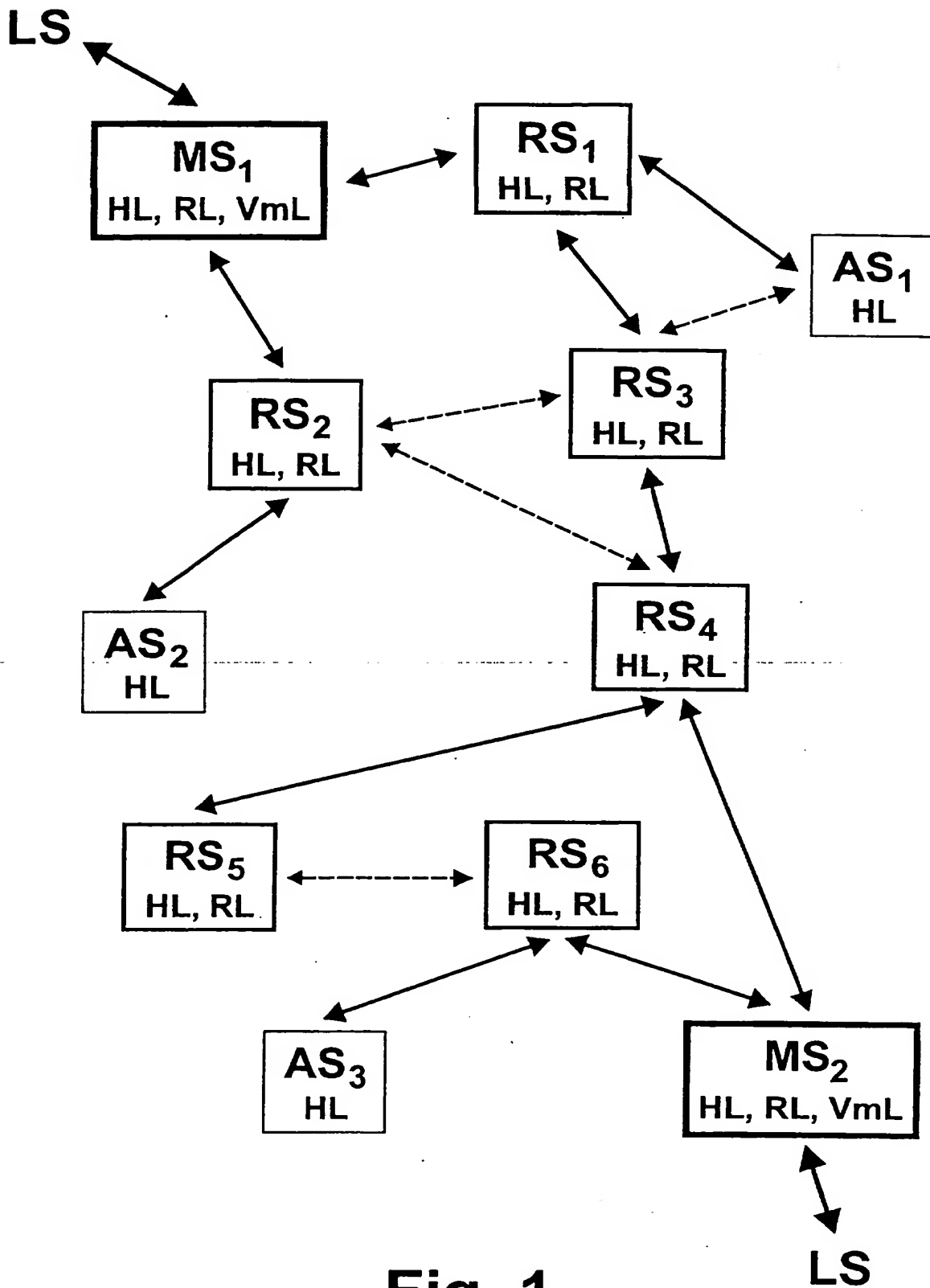


Fig. 1

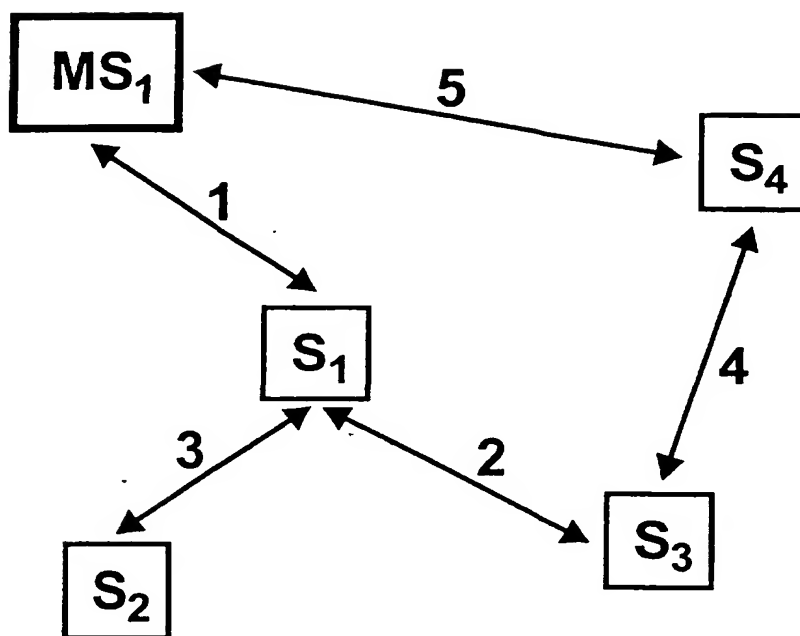


Fig. 2

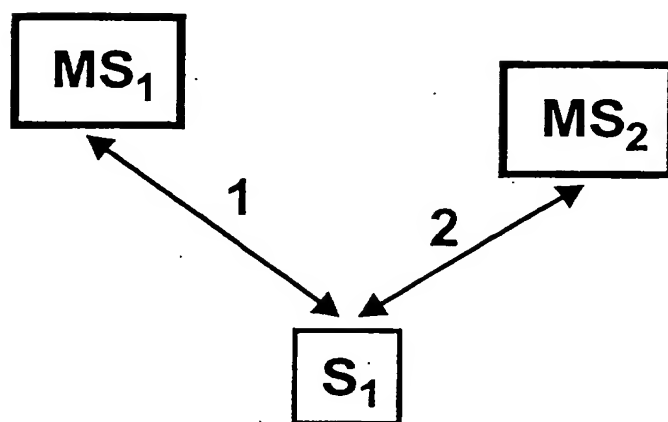


Fig. 3